

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-302132

(43)Date of publication of application : 26.10.1992

(51)Int.Cl.

H01L 21/027

(21)Application number : 03-065974

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 29.03.1991

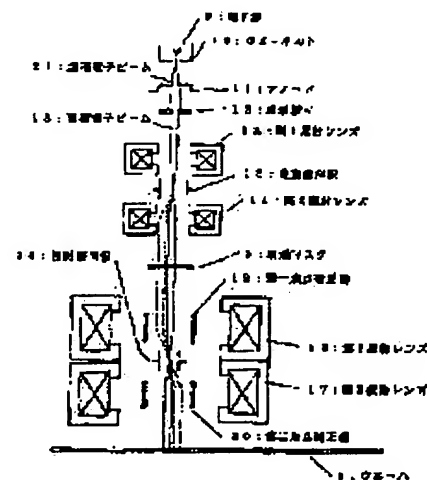
(72)Inventor : TODOKORO HIDEO
HAYATA YASUNARI
SAITO NORIO

(54) SCANNING TYPE PROJECTION ELECTRON BEAM EXPOSURE SYSTEM AND METHOD

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide the method capable of attaining especially high throughput in relation to the title exposure system of fine circuit patterns on a resist using electron beams while in this method, the electron beams having the merit of exposing patterns finer than those exposed by an optical system also have the demerit such as the impossibility of increasing the throughput due to the usage of the dotted electron beams.

CONSTITUTION: A transmission mask 3 having an opening part of a circuit pattern is scanning-irradiated with space beams so that the transmitted electrons may be projected on a wafer 4 by projection lenses 16, 17. At this time, the focus slippage of the projection lenses 16, 17 out of the scanning position of the space beams 18 is corrected using focus correctors 19, 20. When the scanning step on the whole surface of the transmission mask 3 is finished, the wafer 4 is shifted to expose the next position. This invention can correct the focus slippage as the defect of a projection system by combining the scanning irradiation with the focus correction. Resultantly, the high throughput exceeding 40 wafers to be projected can be actualized.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the
examiner's decision of rejection or application
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of
rejection][Date of requesting appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-302132

(43) 公開日 平成4年(1992)10月26日

(51) Int.Cl.⁸

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 1 L 21/027

7013-4M

H 0 1 L 21/ 30

3 4 1 B

審査請求 未請求 請求項の数12(全 6 頁)

(21) 出願番号

特願平3-65974

(22) 出願日

平成3年(1991)3月29日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 戸所 秀男

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 早田 康成

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 斉藤 徳郎

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

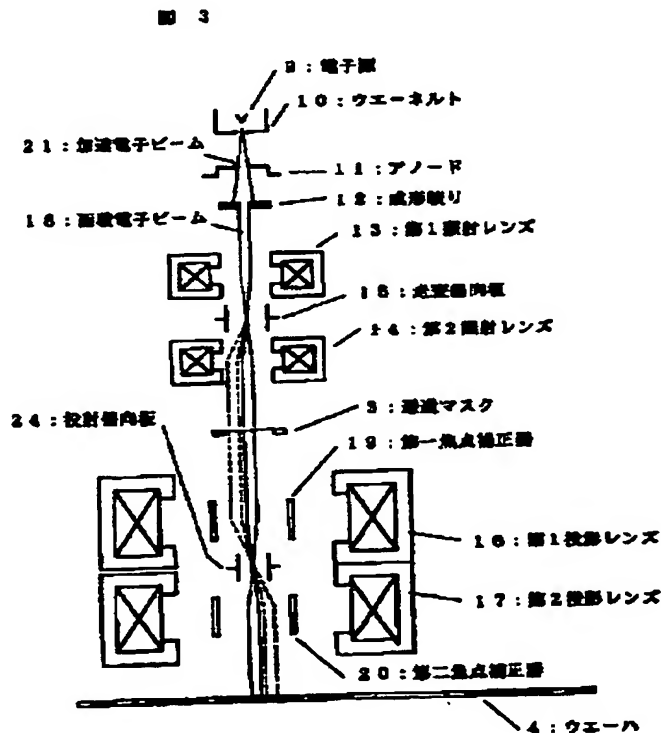
(54) 【発明の名称】 走査形投影電子線描画装置および方法

(57) 【要約】

【目的】 本発明は電子ビームを用いて微細な回路パターンをレジスト上に描画する装置に関し、特に高スループットが得られる方式を提供する。電子ビームは光よりも微細なパターンを描画できる長所があるが、点状電子ビームを用いるこの方法はスループットが向上できない問題があった。

【構成】 描画しようとする回路パターンの開口を持った透過マスク3に面積ビームを走査しながら照射し、透過した電子を投影レンズ16、17でウエーハ4状に投影する。このとき焦点補正器19、20を用いて、面積ビーム18の走査位置に対応して投影レンズ16、17の焦点ずれを補正する。透過マスク3全面の走査が終了したらウエーハ4を移動し、次の位置の描画を行う。

【効果】 本発明は投影方式の欠点である焦点ずれを走査照射と焦点補正を組み合わせることにより解決したものである。この結果、投影形の持つ40枚以上という高いスループットを実現できた。



(2)

(2)

2

【特許請求の範囲】

【請求項1】 特定な開孔パターンを持った透過マスクに面積電子ビームを走査し、透過した電子ビームを電子レンズを用いて電子に感光する物質上に投影することを特徴とした走査形投影電子線描画装置。

【請求項2】 透過電子ビームを投影する電子レンズが1対1の等倍であることを特徴とする請求項1記載の走査形投影電子線描画装置。

【請求項3】 透過電子ビームを投影する電子レンズが1未満の縮小であることを特徴とする請求項1記載の走査形投影電子線描画装置。

【請求項4】 投影する電子レンズ内に電子ビームを偏向する偏向器と、焦点補正器を備えたことを特徴とする請求項1から3のいずれか記載の走査形投影電子線描画装置。

【請求項5】 投影する電子レンズが二段の電子レンズで構成されたことを特徴とする請求項1から4のいずれか記載の走査形投影電子線描画装置。

【請求項6】 投影電子レンズが二段で構成され、第1の投影電子レンズの前焦点位置に透過マスクを置き、第2の投影電子レンズの後焦点位置にレジストが置かれたタンデムの光学構成をであることを特徴とする請求項5の記載の走査形投影電子線描画装置。

【請求項7】 二段で構成された投影電子レンズの磁界方向が相互に反対であることを特徴とする請求項5記載の走査形投影電子線描画装置。

【請求項8】 複数枚の透過マスクの像を重ねて投影することにより目的とする特定パターンを描画することを特徴とする請求項1記載の走査形投影電子線描画装置。

【請求項9】 目的とする特定パターンを複数の区画に分割し、区画分割された複数の透過マスクを順次に、並べて投影することにより目的とする特定パターンの投影を行なうことを特徴とする走査形投影電子線描画方法。

【請求項10】 特定開孔パターンの外周で、円または矩形の微小な開孔を設け、マークを透過した電子ビームを用いてレジスト上またはレジスト下面に作られた合わせマークを検出し、投影するべき位置を確認することを特徴とする特許請求項第1項記載の装置。

【請求項11】 特定開孔パターンの形状が投射レンズの歪を補正するように予め歪ませたパターンであることを特徴とする走査形投影電子線描画方法。

【請求項12】 LSI回路のパターン形成に、請求項1記載の走査形投影電子線描画装置を用いることで作成したLSI素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は電子ビームを用いて微細な回路パターンをレジスト上に描画する装置に関し、特に高スループットを達成することを目的とした投影形の電子線描画装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 半導体回路に代表される微細回路の形成は、1) 絶縁板の上に形成された金属膜、シリコンウエーハまたは該シリコンウエーハ上に形成された金属膜上に感光剤（レジスト）を塗布し（以後、レジストを塗布したウエーハで代表して説明する）、2) レジストを塗布したウエーハに回路パターンの光学像を照射し、3) 光学像を照射したレジストを現像した後、4) 現像したレジストをマスクとして下地である金属膜等をエッチング加工し、5) 回路パターンを形成する方法で行なわれていた。レジストへ投影する回路パターンの光学像は、ガラス板上に作られた回路パターンマスクを光学レンズで投影して作成されていた。この光を用いる方法で形成できる回路の最小配線幅は $0.5\mu\text{m}$ 前後であった。この限界は光の波長に起因する回折収差によるものである。さらに微細回路の形成をするために、波長の短い電子ビームが用いられるようになった。この電子ビームを用いる方法は、電子線描画法と呼ばれ、点あるいは矩形状の電子ビームを計算機を用いて照射位置を制御しながら、レジストに回路パターンを描く方法である。この電子線描画法は計算機と連結していることから、形成する回路パターンを容易に修正、変更できる利点がある。このため、生産個数の比較的少ないカスタムLSIの描画に多く使われている。

【0003】 しかし、上述の電子線描画法は微細な電子ビームで逐一、回路パターンを書く方法のため、光学像として一括投影する方法に比べると生産性が悪い欠点がある。この生産性は、一般には一時間で何枚のウエーハに描画ができるかというスループットと言われる指数で比較されるが、上述の電子線描画法のスループットは数枚で、光学像の投影法と比較すると約一桁の差があった。このため、メモリ素子のように大量生産するLSIには不向きであるという問題があった。

【0004】 これを改善するために、ジャーナル オプティクス サイエンス テクノロジー、B7(6)、11/12月、(1989)第1443頁から第1447頁(J. Vac. Sci. Technol. B7(6), Nov/Dec 1989, pp.1443-1447)に電子ビームで投影法を行ないスループットの向上を目指したことが報告されている。図2はその方法の原理を説明する図である。報告の方法は、投影しようとする回路パターンの開口を持った透過マスク3をレジストを塗布したウエーハ4の上約 0.6mm に置き、透過マスク3上に電子ビームを走査しながら等倍の影絵の投影を行なうものである。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 図2で示した上記従来法では、図2(a)の傾斜電子ビーム2で示したように θ 度傾斜して照射されたとすると投影される位置は $\theta \times 0.6\text{mm}$ だけずれてしまう。僅か1ミリラジアン傾斜したとしても、 $0.6\mu\text{m}$ もの位置ずれが生じる。このた

3

め、0.1 ミリラジアン以下の精度で非直な電子ビームを投影マスクに走査しなければならない。また、図2 (b) の非平行照射電子ビーム6で示したように α の開角角を持って照射されると縮小されて投影されることになり、走査する照射電子ビーム間でパターンつなぎに不良が生じる。このため開角角も1ミリラジアン以下で制御しなければならない。また、0.5 μm 以下の非常に微細な回路パターンの描画を実施する場合には、同じサイズの微細な透過マスクを作らなければならないが、これを製作すること自体が困難であるという決定的な問題を抱えている。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は、上述の問題を解決するために透過マスクとウエーハ間に電子レンズを設けたもので、透過マスクの像を電子レンズを用いてウエーハ上に投影する。電子レンズを設けたことにより、1) 透過マスクへの電子の照射角や開き角に依存することなく正確な位置に投影できる、2) 電子レンズに縮小作用を持たせることで拡大した投影マスクで描画できるようになり、透過マスクの製作が容易になる。

【0007】

【作用】本発明の作用を図1を用いて説明する。本発明ではすでに述べたように透過マスク3と感光剤を塗布したウエーハ4との間に投影電子レンズ8を置き、照射電子ビーム7を透過マスク3上を走査しながら透過した電子を投影電子レンズ8でウエーハ上へ投影する。投影電子レンズ8を設置したことにより、照射電子ビーム7が図に示す傾斜照射電子2のように傾斜したとしても投影電子レンズ8の前焦点に透過マスク3が置かれ、感光剤を塗布したウエーハ4が電子レンズ8の後焦点に置かれているため、P点から出射した電子はすべて感光剤を塗布したウエーハ4上のQ点に到達するレンズの性質から、照射電子ビームの傾斜あるいは非平行によって投影する点が移動することがない。投影電子レンズ8を縮小として用いれば、透過マスク3の回路パターンを縮小して、投影できるため、拡大した透過マスクを作ればよくマスク製作が容易になる。

【0008】

【実施例】図3は本発明の具体的な実施例である。電子源9から電子が放出される。放出された電子はウエーハ10で電流制御され、アノード11で加速される。加速された電子ビームは加速電子ビーム21として成形しぼり12上を照射する。典型的な加速電子ビーム21のエネルギーは20 kVから50 kVである。成形絞り12に設けられた、例えば一辺が0.1 mm から1 mm程度の大きさの正方形の開口で電子ビームを成形し、面積電子ビーム18を作る。この面積電子ビーム18のサイズ決定は描画する回路パターンの微細さによって選択する。微細な回路パターンの描画ほど成形絞り12の開口サイズを小さくする。また、ここでは正方形を例としたが、

4

(3)

正方形以外でも良いことはもちろんである。成形絞り12で形成された電子ビームを第1照射レンズ13と第2照射レンズ14を用いて透過マスク3上を走査しながら投影する。電子で照射された部分の透過マスク3の開口の像は第1投射レンズ16と第2投射レンズ17を用いてウエーハ18上に投影される。この実施例では投影レンズの倍率は等倍で、第1投射レンズ16と第2投射レンズ17の焦点距離を同じとするタンデム構成とすることで投影像の歪を小さくするよう工夫されている。また、このとき第1投射レンズ16と第2投射レンズ17の励磁磁界の向きは反対とし、投影像の回転が起こらないようにしている。

【0009】透過マスク3は一つのLSI回路を構成する(チップサイズ)大きさを、5 mmから20 mm程度である。照射する電子ビームが1 mm角以下としているため、第1照射レンズ13と第2照射レンズ14の間に置かれた走査偏向板15で照射電子ビームを透過マスク3の全面に走査させ、透過マスク全面の像をウエーハ18上に投影する。走査偏向板15はやはりタンデム構造の第1照射レンズと第2照射レンズ14の中央(焦点位置)に置かれている。このため偏向しても電子ビームは傾斜することなくほぼ透過マスク3を垂直に照射できる。

【0010】透過マスク3の全面に電子を照射すれば、一回の照射で投射できることになるが、それは以下の理由で困難である。すなわち、投射レンズに像面歪曲収差があるため、投影された像の焦点面が平面にならず、投影像の周辺ほど像がぼけてしまうためである。このため、像のぼけが問題にならない範囲に面積電子ビームのサイズを制限し、焦点を補正しながら投射する。この焦点補正のために第1投射レンズ16と第2投射レンズ17内にそれぞれ第1焦点補正器20と第2焦点補正器19が設けられている。この焦点補正器はレンズ磁場内に導体円筒を置く構造である。この円筒に例えば正の電位を印加すると、円筒内を通る電子の加速電圧(エネルギー)は高くなる。この結果、レンズ磁場によるレンズ作用が弱くなり焦点距離が長くなる。負の電位を印加すると逆に強くなり焦点距離が短くなる。すなわち、透過マスク3への電子照射位置に応じて、焦点補正器19、20に印加する電位を変化させることにより、投射レンズの像面歪曲収差の補正を行なう。この補正はテーブル制御でなされる。すなわち、照射電子ビームの位置に対応した補正テーブルを持ち、このテーブルに記憶された補正データで補正器に電圧を印加する。等倍投射の場合には第1焦点補正器、第2焦点補正器に同一の電圧を印加する。こうしてウエーハ上にチップパターンを投射描画した後、ウエーハ18を載せているステージ(図示せず)を移動し、次の位置に投射描画を行なう。尚、説明では焦点のみを補正したが、焦点補正器を8分割とし、焦点補正電圧に非点補正の電圧を加えることも可能である。

5

(4)

(4)

【0011】ウエーハ4上に投射描画する位置の決定は次に説明する方法で行なう。図4は透過マスク3の開口パターンの例を示したものである。単結晶シリコンで作られたもので10 μ m角のチップパターン23が開口として形成されている。このサイズは回路の規模によって変わる。チップパターン23の周辺にある1 μ m角開口22はウエーハ18上の決められた位置に投射描画するための開口である。図5はウエーハ18の平面図である。ウエーハ18の上には回路パターンを描画する位置25を決める合わせマーク26が予め設けられている。この合わせマーク26に対して点線で示した描画位置25に描画する。

【0012】1 μ m角開口22を透過した電子ビームをウエーハ4上に設けられた合わせマーク26上に走査し、1 μ m開口22と合わせマーク26の位置を合致させる。合わせマーク22は例えば図6に示すような十字形をした溝で、ここに1 μ m角の電子ビームを図中の矢印のように走査することで電子ビームと合わせマークの相対位置を検知する。検知されたずれ量はステージあるいは透過マスク3を機械的に移動させることで合致させる。1 μ m角開口22を透過した電子ビームの合わせマーク26上への走査は投射レンズ16、17の中央に設けられた投射偏向器24で行なう。また、微小なずれ量の調整はこの投射偏向器24で行なうことも可能である。合わせマーク26は投影すべき位置の周辺に複数個設けられているため、回転ずれも検知できる。この回転ずれもステージまたは透過マスク3の回転で合わせる。

【0013】透過マスク3に作られる回路パターンは複雑な構造を持っている。このため、図7(a)に示したアルファベットのAのような孤立パターンが生じる場合がある。この場合は図7(b)(c)に示すように二つのパターンに分割し、両者を重ねて描画する。分割は二枚以上となることもある。また、回路パターンのサイズによっては、図8(a)-(d)に示すように4つの部分に分離して描画することも可能である。

【0014】投射レンズの歪収差はタンデム構造とする方法でかなり小さくなるが、微細なチップパターンを描画する場合には問題になる。そこで、投射レンズの歪を考慮し、投影結果として歪が補正されるように予め歪んだ透過マスク3を作成する。歪の情報は、メッシュ状の開口を持った透過マスク3を作成しこれを投射描画し、予め測定することで容易に得られる。

【0015】以上、説明した実施例は等倍の例であったが、縮小することも可能で、特に縮小投影は有効であ

6

る。図9は1/2に縮小投影する実施例である。投影像の歪を少なくするため、ここでもタンデム構造とした。第1縮小投影レンズ26の焦点距離は第2縮小投影レンズ27の焦点距離の2倍になっている。描画しようとするチップサイズの2倍の大きさの縮小用透過マスク25が第1縮小投影レンズ26の前焦点位置に置かれている。一方、ウエーハ18は第2縮小投影レンズ27の焦点位置に置かれている。焦点補正器19、20、投射偏向器24の動作は前述の実施例と同様である。

【0016】

【発明の効果】これまで実用されていた電子線描画装置は、点または矩形の電子ビームで順次に描くもので、大規模のLSIになるとスループットが一枚程度と低く、実用的でなかった。本発明は、投影するだけであるため、1時間に20から40枚が可能である。この透過マスクの開口の作成には、従来の電子線描画装置で容易に描画できる。この透過マスク3には例え1時間を必要としても、この一枚のマスクから100枚を容易に描画することができるため、実質的なスループットを低下させることはない。本発明の主たる効果は従来効率の悪かった描画工程を飛躍的に改善することができることである。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来の描画方式を説明する図である。

【図2】本発明の基本構成を説明する図である。

【図3】本発明の実施例を示す図である。

【図4】透過マスクの例を示す図である。

【図5】ウエーハ上の合わせマーク位置と描画すべき位置との関係を示す図である。

【図6】合わせマークの例を示す図である。

【図7】透過マスクのパターンの分割の例を示す図である。

【図8】透過マスクのパターンを分離する例を示す図である。

【図9】縮小投影を行う投影レンズの例である。

【符号の説明】

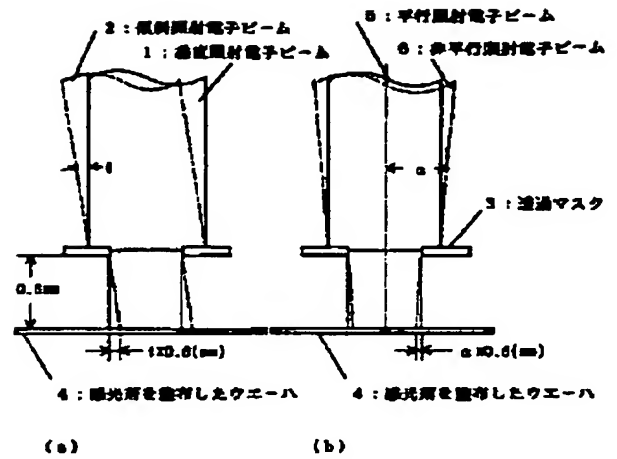
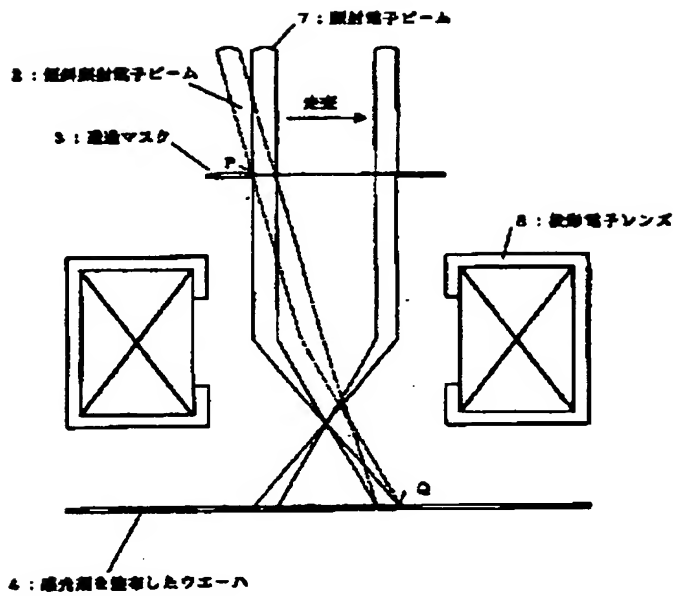
3…透過マスク、4…ウエーハ、9…電子源、10…ウエーネルト、11…アノード、12…成形絞り、13…第1照射レンズ、14…第2照射レンズ、15…走査偏向板、16…第1投影レンズ、17…第2投影レンズ、18…面積電子ビーム、19…第1焦点補正器、20…第2焦点補正器、21…加速電子ビーム、24…投射偏向板。

【図1】

【図2】

図 1

図 2

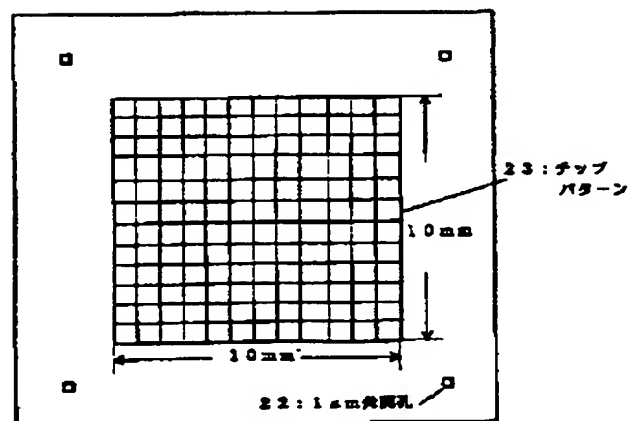
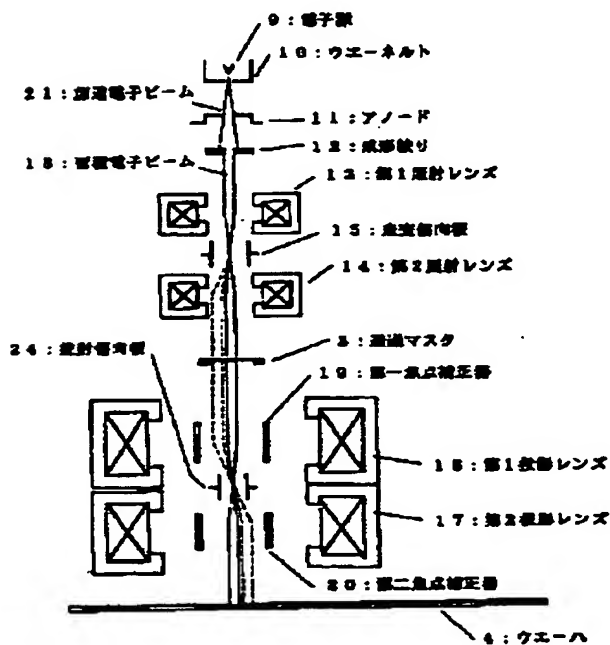


【図3】

【図4】

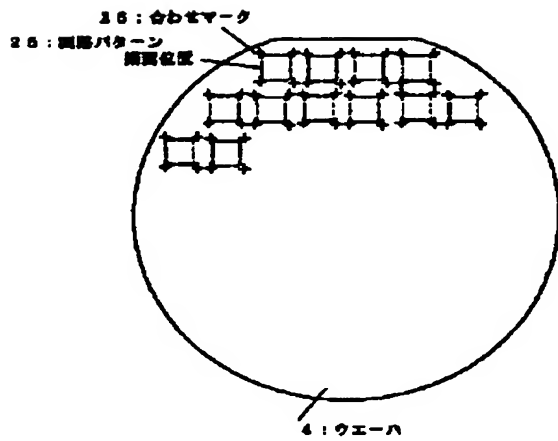
図 3

図 4



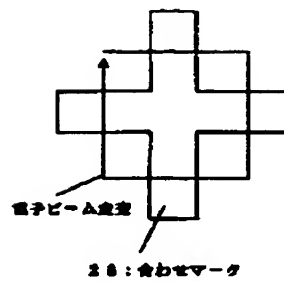
【図5】

図 5



【図6】

図 6

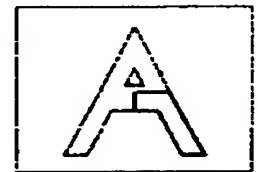
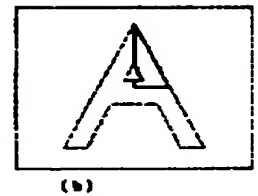
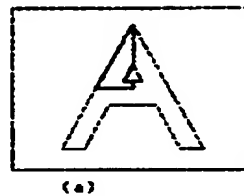
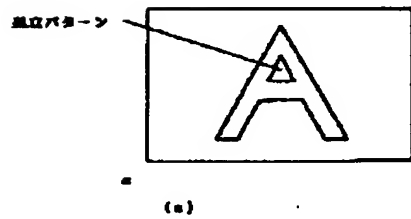


【図8】

図 8

【図7】

図 7



(c)

(d)

【図9】

図 9

